المجلة العربية للعلوم الإدارية
مجلد ١١، عدد ٣، سبتمبر ٢٠٠٤، ٣٣٣ – ٣٥٩

المقارنة بين استخدام الشبكات العصبية وساريما للتنبؤ بأعداد الوفيات الشهرية الناتجة عن حوادث المرور بالكويت

عبدالحميد محمد العباسي

جامعة القاهرة
جمهورية مصر العربية

مصطلحات علمية

وفيات الحوادث المرورية، نموذج، الساريما، الشبكات العصبية، الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ، المتوسط النسبي المطلق للخطأ، معامل متباينة ثيل

الملخص

تستهدف الدراسة الحالية المقارنة بين استخدام أسلوب الشبكات العصبية Neural Networks ، وساريما SARIMA للتنبؤ بأعداد الوفيات الشهرية الناتجة عن حوادث المرور بالكويت. ويعد أسلوب ساريما من الطرق الإحصائية الشائعة الاستخدام في التنبؤ بقيم الظاهرة مستقبلاً اعتماداً على الارتباط بين قيمة الظاهرة وقيمها السابقة اعتماداً على علاقة خطية، ومن ثم قد تكون مقيدة في تطبيقاتها. أما أسلوب الشبكات العصبية فلايشترط الخطية عند تطبيقه (يعتمد على علاقات خطية وغير خطية)، ومن ثم يكون أنسب في هذه الظروف. ثبت أن الشبكات العصبية الاصطناعية أكثر دقة وكفاءة في التنبؤ من أسلوب ساريما، حيث وصلت الشبكات لمعدل مرتفع وعال من الدقة مع احتفاظها بأفضليتها في التنبؤ.

أصبحت المشكلات الناتجة عن حوادث المرور في مختلف أنحاء العالم من المشكلات الأمنية المعاصرة التي تستدعي قلق مختلف الأجهزة الأمنية والدوائر الصحية والاقتصادية في كل البلدان. وتعاني الدول العربية من هذه المشكلة الكبيرة كغيرها من دول العالم، بل تشير دراسات كثيرة في هذا الميدان إلى أن بعض الدول العربية تواجه معاناة أشد ضرراً وأسوأ نتائج مما تجابهه الدول المتقدمة على المستوى البشري والاقتصادي معا. فمشكلة حوادث المرور من أهم المشكلات التي تواجه المجتمعات الحديثة؛ لما لها من علاقة وأثر في حياة الإنسان. وقد تزايد حجم هذه المشكلة مع ازدياد عدد المركبات المستعملة في الطرق حتى أصبحت من المشكلات الرئيسة في هذا القرن. وعقدت الأمم المتحدة اجتماعات لمناقشة المشكلة بالأسبوع الأخير من شهر أبريل ٢٠٠٤، وذكرت إحصائيات منظمة

تم تسلُّم البحث في مايو ٢٠٠٤، وأجيز للنشر في سبتمبر ٢٠٠٤.

الصحة العالمية أن هناك أكثر من ١,٢ مليون شخص يموتون سنويًا بسبب حوادث الطرق، ويصاب مابين ٢٠–٥٠ مليونا كل عام، وتبلغ تكاليف العلاج للمصابين ٥١٨ مليار دولار سنويًا، كما تشير منظمة الصحة العالمية إلى أن حوادث المرور تقف سبباً رئيساً للوفاة ينافس أسباب الوفاة الأخرى؛ مثل أمراض القلب والسرطان. وفي الدول النامية تبلغ تكاليف علاج المصابين ١٠٠ مليار دولار سنويًا، وهو مبلغ يتجاوز بكثير ما ينفق على مشروعات التنمية بها. ولقد بات واضحاً أن الخسائر التي تسببها حوادث السيارات والمركبات تفوق غيرها من الخسائر الناجمة عن مختلف أنواع الجرائم، وأصبح عدد الضحايا الناجم عن الحوادث المرورية في العالم من وفيات وجرحى ومعاقين يتجاوز عدد الذين يقتلون أو يتأثرون سنويًا بمختلف أشكال الصراعات والمنازعات الأمنية على المستوى الدولي؛ إذ قدرت التكلفة الاقتصادية لحوادث المرور ما بين (١–٣٪) من إجمالي الدخل القومي لدول العالم، وأن ١٠ ٪ من أسرة المستشفيات في العالم تشغلها إصابات ناتجة عن حوادث الطرق (العباسى، ٢٠٠٢).

أهمية الدراسة

وتشير الإحصاءات لزيادة مطردة في المخالفات المرورية، تنتج عنها حوادث مرورية راح ضحيتها مواطنون معظمهم من الشباب في مقتبل العمر، وتلك ظاهرة تستحق الدراسة من أجل الإسهام في الحد من الحوادث الجسيمة التي تشهدها الطرقات يوميًا والوفيات الناتجة عنها. وتعد مشكلة حوادث المرور أحد أهم الأسباب لاستنزاف الموارد البشرية والمادية للدولة، حيث صنفتها منظمة الصحة العالمية بوصفها أحد أهم الأوبئة الفتاكة في العقود الأخيرة. وقد أكدت الدراسات العلاقة الوثيقة بين النمو الاقتصادي للدولة وكفاءة شبكات الطرق، ولذا فقد تنبهت الدول المتقدمة واتخذت إجراءات حاسمة لخفض عدد الحوادث المرورية وما ينتج عنها من قتلى وجرحى، لكن الوضع يتدهور في الدول النامية لتصبح هذه الحوادث مشكلة من أهم الأسباب المعوقة للتنمية، ولتصبح المواجهة الحازمة لهذه المشكلة أمراً حتمياً يتعلق بأمن الدول وأمانها (أكاديمية نايف، ١٩٩٤).

وحيث إن هناك علاقة ترابط وثيقة بين الأمن والتخطيط العلمي والمستقبل، لذلك بات التنبؤ العلمي والتوقع والتخطيط المدروس يشكل جزءاً لا يتجزأ من علم المستقبليات؛ فالتخطيط هو التنبؤ بما سيكون عليه المستقبل مع الاستعداد لهذا المستقبل، ولتحقيق أهداف معينة في إطار زمن محدد، من خلال خطط تم إعدادها بإتقان لتحقيق أهداف محدودة، وعليه كان الترابط بين التخطيط العلمي والتنبؤ وثيقاً جداً، إذ إن التنبؤ من عناصر الاشتغال بعلم المستقبليات لاعتماد هذا العلم على التنبؤ والتوقع العلمي اعتماداً كبيراً. ومن خلال هذا العلم يمكن التعرف إلى احتمالات المستقبل الإيجابية والسلبية، والاستعداد

لمواجهتها من جانب، وتوسيع دائرة الاحتمالات الإيجابية ليأتي دور التخطيط العلمي مستثمراً لعملية التنبؤ، بما ينعكس إيجابيًّا على المجتمع.

ولابد أن يكون نظام التنبؤ موثوقاً به، وأن يمكن الاعتماد عليه وتكون التنبؤات به متسقة لاتخاذ القرار المناسب. ولكي يكون هذا التنبؤ سليما يجب أن لا يدور في فلك نموذج يعبر عن سلوك الظاهرة في الماضي، بل ينبغي أن يعبر عن سلوكها المتوقع في المستقبل، ومن هنا تأتي أهمية تحرير النماذج من سطوة الماضي واتجاهاته العامة. والآن ننتقل لبيان أثر الحوادث المرورية والوفيات الناتجة عنها في النواحي الاقتصادية والاجتماعية والنفسية على الفرد والمجتمع.

تأثير حوادث المرور والوفيات الناتجة عنها في النواحي الاقتصادية والاجتماعية والنفسية

تتمثل أهمية حوادث المرور والوفيات الناتجة عنها في أنها تؤثر تأثيراً كبيراً على النواحي الاقتصادية والاجتماعية والنفسية للفرد والأسرة والمجتمع. فتكمن أهمية الحوادث المرورية بالنسبة للناحية الاقتصادية في أنها تسبب خسائر مادية جسيمة في ممتلكات الأفراد والمجتمع، وذلك بإتلاف السيارة أو المركبة، أو حدوث بعض الأضرار التي تتطلب تكاليف مالية لإصلاحها. ويحدث في بعض الأحيان أن تتسبب السيارة أو المركبة في إحداث التلف أو إلحاق الضرر ببعض المنشآت العامة التي يمتلكها المجتمع بطبيعة الحال، وهو أمر يكلف الدولة مبالغ مالية طائلة لإعادة الإصلاح أو الترميم لما تسببه الحوادث المرورية من خسائر.

ولا يخفى على أحد أن المبالغ المادية التي تنفق في سبيل ذلك تمثل خسائر ليس هناك ما يبررها من الناحية الاقتصادية هذا من جهة، ومن جهة أخرى قد يتعرض السائق أو من معه نتيجة للحادث المروري للإصابات البدنية التي تسبب في بعض الأحيان عجزاً جسمانياً مؤقتاً أو مستمرًّا، يقلل من كفاءته وقدرته على الإنتاج والعمل المثمر في اقتصاد الدولة. وتتحمل الدولة مصاريف العلاج وتكاليفه، بالإضافة إلى أنه في أثناء فترات العلاج تخسر الدولة من الناحية الاقتصادية أحد الأفراد المنتجين والمحركين للاقتصاد، وبذلك تكون الخسائر شاملة من حيث قلة القوة الإنتاجية وزيادة التكاليف والأعباء الطبية على الدولة. ويفسر الاقتصاديون ذلك بأنه خسارة حقيقية لا مبرر لها، وكان يمكن تلافيها أو معالجتها بتكلفة أقل. وبطبيعة الحال يزداد الأمر سوءا إذا ما نتج عن الحادث المروري وفاة أحد الأفراد، فإن الدولة بذلك تفقد مصدراً من مصادر قوتها الإنتاجية على الرغم مما قدمته في سبيل إعداد الفرد من تعليم ورعاية طبية وخدمات أخرى لتوفر له أكبر قدر من الراحة والأمن،

ليستطيع هو بدوره أن يقدم إنتاجية أفضل ويسهم في تحريك اقتصاد الدولة بالطريقة المطلوبة (العباسى، ٢٠٠٢).

يحدث كل ذلك إذا كان الضحية في سن الإنتاج. والذي نلاحظه من الدراسات العالمية أن النسبة الكبرى من ضحايا حوادث المرور تتراوح أعمارهم بين ١١–٤٠ سنة، وهذا يسبب بدوره خسارة اقتصادية كبيرة للدولة إجمالاً. وتقدر الخسائر المادية في بعض البلدان نتيجة الحوادث المرورية بعدة ملايين من الدنانير في غياب أي مردود يعوض هذه الخسائر من الناحية الاقتصادية. ولا يفوتنا هنا أن نذكر أن الوقت والجهد الذي تستغرقه عمليات الإصلاح والعلاج للأضرار الناشئة عن الحوادث المرورية، وهو ما يفسره الاقتصاديون بأنه خسارة اقتصادية؛ لأنه كان يمكن أن يستفاد منه في تحقيق إنتاج يعطي دفعة إضافية لعجلة الحركة الاقتصادية بالدولة.

أما أهمية الحوادث المرورية من الناحية الاجتماعية والنفسية فإنها تتمثل في أن الأسرة وهي اللبنة الأساسية في أي مجتمع قد تتضرر نتيجة وقوع الحادث المروري لأحد أفرادها، سواء أكان ضرراً ماديًّا يستنفد جزءا من دخله أم من مدخراته لإصلاح هذا الضرر أو شراء سيارة أخرى إذا تعذر إصلاح الضرر، ومن ثم فإن هذا يؤثر على طريقة إنفاقه وتوزيعه لدخله أو مدخراته. كما يؤثر بدوره على مستوى معيشة الأسرة ولو لفترة محدودة.

أما إذا كان الضرر بدنيا كالإصابة الجسمية مثلا نتيجة الحادث المروري فإن ذلك يكون له تأثير مضاعف على الأسرة، وبخاصة إذا كان المصاب هو رب الأسرة أو أحد أفرادها العائلين لها مما يسبب في بعض دول العالم انخفاضاً أو توقفاً لدخل الأسرة، وينتج عنه أيضاً التأثير المادي على باقي أفرادها، وهو ما يسبب اختلالاً في تركيبها الاجتماعي والنفسي. وقد ينتج أيضا عن الحادث المروري إصابة بدنية تسبب نسبة من العجز الجسمي تؤثر في صاحبها من حيث قدراته على الأداء والإنتاج في العمل، ومن ثم على نشاطه الاجتماعي. وقد يتطور الأمر إلى الإصابة ببعض الأمراض النفسية المتولدة نتيجة الإصابة البدنية، وهو ما يخلق جوًّا من التوتر داخل المحيط الأسرى والمجتمع بوجه عام. ويكون الأمر أشد سوءاً وألما على الأسرة والمجتمع حين تفقد أحد أفرادها نتيجة الحادث المروري وينشأ عن ذلك عواقب مؤثرة في تركيب المجتمع والأسرة المتضررة، كما تمتد آثاره أيضاً لمن يشاهد الحادث.

أثر الحوادث المرورية على الفرد والمجتمع في الكويت

أولت الحكومة الكويتية على مر السنين اهتماماً كبيراً للفرد خاصة،

والمجتمع عامة، حيث وفرت للفرد كل الإمكانات ليستطيع أن يساعد في بناء المجتمع ونموه. ومن بين أوجه الاهتمام المختلفة، الرعاية الصحية الكاملة والمجانية للفرد، حيث توفر له الكوادر الطبية ذات المستوى عالي الكفاءة، كما عملت الحكومة على توفير أحدث المعدات والوسائل الطبية ضمن إطار من الخدمة الطبية العالية المستوى، والتي تضاهي الخدمات الطبية في الدول المتقدمة.

ومن ناحية أخرى عمدت الدولة على مر السنين إلى إنشاء شبكة من الطرق الممهدة ذات الكفاءة المرتفعة وذات السعة والقدرة على أداء الخدمة المرجوة منها، وفي مجال التشريع سنت الدولة عدة قوانين تنظم حياة الفرد، وتكفل له حياة هادئة وآمنة؛ وذلك خلال مراحل عمره المختلفة، بل إلى ما بعد انتهاء فترة خدمته في العمل.

كل هذا الاهتمام كان نابعاً من اقتناع الدولة بأن الفرد هو الثروة الحقيقية لهذا البلد، فعن طريق إعداده وبنائه بأسلوب سليم وصحيح، يستطيع أن يؤدي دوره الفعال في تقدم المجتمع ونموه؛ لأنه جزء لا يتجزأ منه. وقد صدر قانون المرور الجديد وتعديلاته ليلائم التطور والنمو الذي شهده المجتمع الكويتي خلال السنوات الماضية ليوفر الأمن والسلامة للمواطنين والوافدين من مستخدمي هذه الطرق.

الدراسات السابقة

هناك كثير من الدراسات سنتناول منها الآتي:

طور Wu & Lu (1993) نظاماً للتنبؤ عن سوق الأسهم باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية. واعتمد هذا النظام على بيانات مؤشرات عشرين سنة للشركات. ويقوم النظام بالتنبؤ وتعديل نفسه عن طريق مقارنه نتائجه بالأرقام الحقيقية للمؤشرات. وحيث إن أسعار معظم الأسهم يعتمد على نوع من النماذج الإحصائية فقد تم أيضاً تنفيذ نظام يعتمد على بوكس وجنكنز ARIMA للسلاسل الزمنية، وتم مقارنةهذه الأنظمة وجد أن نظام الشبكات الاصطناعية قد تفوق على السلاسل الزمنية، ولكنها أحياناً تظهر بعض الأرقام الغريبة (الصغيرة أو السالبة).

وقام كل من Tang & Fishwich (1993) بدراسة الشبكات العصبية بوصفها أحد أساليب التنبؤ بالفترات الزمنية، إذا ما قورنت بأسوب بوكس – جنكنز للفترات الزمنية؛ سواء على المدى الطويل أم القصير. ودللت الدراسة بالنتائج والمقارنة على اتساق نتائج أداء الشبكات العصبية بأسوب بوكس – جنكنز وذلك من خلال ١٦ سلسلة زمنية مركبة للفترات الزمنية على المدى الطويل، وأما الفترات الزمنية على المدى القصير فقد تفوق أسلوب الشبكات العصبية على أسلوب بوكس – جنكنز، وذلك لأن الشبكات العصبية يمكن وبسهولة تكييفها (بناؤها) للوصول لعدة

تنبؤات مستقبلية، ومن ثم تعطي على المدى الطويل تنبؤات أفضل من أسلوب بوكس – جنكنز. كما ناقشا المقدرة على بناء النموذج وعملية بنائه وتطبيقات أسلوب الشبكات، وأكدا أن أسلوب الشبكات العصبية يوفر بدائل مشجعة للتنبؤ بالفترات الزمنية.

وفي دراسة قام بها Everson (1994) جرى بحث الشبكات العصبية لاستخدامها في القياسات التربوية، وقامت الدراسة بعمل مقارنة بين الشبكات العصبية والأساليب الإحصائية التقليدية، مثل الانحدار المتعدد وتحليل التمايز المتعدد. وقد شملت العينة في المدارس والكليات (٢٩) طالباً و(٣١) طالبة حيث أسفرت الدراسة عن تفوق الشبكات العصبية على الطرق الإحصائية التقليدية في دقة النتائج خصوصاً عندما تكون العلاقة غير خطية.

كذلك قام Nam & Shafer (1995) بفحص إمكانية استخدام الشبكات العصبية بدلاً من الوسائل الإحصائية التقليدية للتنبؤ بحركة مسافري الطيران الدولي. ويتضح أن الشبكات العصبية قد عززت دقة التنبؤ، وتفوقت على الطرق التقليدية للتنبؤ، وأوصي بالاستفادة من الشبكات العصبية في التنبؤ بحمولة مسافري الطيران.

ومن جهة أخرى أكد بدري وآخرون (١٩٩٦) في دراسة تستهدف المقارنة بين استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية Artificial Neural Networks (ANN) وأسلوب تحليل التمايز المتعدد (MDA) لقياس القدرة على التنبؤ بمخاطرة العميل المصرفي. وأشارت نتائج هذه الدراسة إلى أن الشبكات العصبية تعطي نتائج أفضل من تحليل التمايز المتعدد في مجال الحكم على درجة اعتمادية العميل المصرفي.

ومن ناحية أخرى قام الصفار (١٩٩٨) بدراسة استخدم فيها الشبكات العصبية للتنبؤ باستهلاك الكهرباء بالكويت، حيث درجة الحرارة مرتفعة طوال أشهر الصيف وذلك لما فيها من أهمية في الجدوى الاقتصادية لكي يتم تحسين معدلات الصرف، وأشارت نتائج البحث إلى أن استخدام الشبكات العصبية يؤدي إلى تنبؤ دقيق، وأفادت أيضاً أن نموذج الشبكات لا يبنى على افتراضات، بل على بيانات تاريخية عن الهدف المراد دراسته.

واستخدم Curry & Peel (1998) نظم المحاكاة للشبكات العصبية في مجالات الأعمال والإدارة بوصفها وسائل للتنبؤ وتحديد الاتجاهات والتصنيف. وتعزى ارتفاع شعبية هذه الوسائل إلى أنها تقرب العلاقات المعقدة غير الخطية من خلال القدرة على تمثيل العلاقات غير المرئية للمتغيرات في الطبقات المخفاة. ويلاحظ وجود نمو في الأدبيات التي تعالج قدرة الشبكات العصبية على التنبؤ عن كثير من نتائج الشركات وأدائها، مقارنة بالوسائل التقليدية لتحليل الانحدار، حيث تبين أن الشبكات العصبية لديها قدرة أفضل على التنبؤ من الوسائل التقليدية،

وعلى الرغم من ذلك فإن هذه الفروق تتلاشى عند الفحوصات خارج العينة.

وفي دراسة كل من Tang & Fishwich (1998) استخدم الباحثان بيانات حالة عملية لشركة طيران لبيانات موسمية لسلسلة زمنية لكل من أسلوبي الشبكات العصبية وبوكس – جنكنز، وأكدت النتائج المتحصل عليها وجود خلل كبير في أساليب الشبكات؛ حيث بينا أنه من غير الحكمة تطبيق هذه الأساليب دون معرفة تامة بنمط black-box ، وعوضاً عن ذلك بين الباحثان أن المحلل الخبير يحتاج استخدام مهارات الأساليب التقليدية لاختيار نموذج جيد للشبكات العصبية، وذلك عند حسن اختيار شكل المتغيرات المدخلة، وذلك وفقا لمعيارBIC للمقارنة بين الأساليب والنماذج المختلفة للشبكات. كما يجب التزام الحذر الشديد في تطبيق الشبكات واستخداماته للحصول على التنبؤات، ويجب اختيار أساليب تشخيص النتائج السطحية المتحصل عليها من أسلوب الشبكات، وكذلك الأساليب البديلة باستخدام نماذج الانحدار.

وقد قام حاجي والمحميد (١٩٩٩) بدراسة في التنبؤ بأسعار صرف الدينار الكويتي مقابل الدولار الأمريكي استخدما فيها الشبكات العصبية في التنبؤ. وقد عالجت هذه الدراسة تحديد العلاقة النمطية التي تحكم سعر صرف الدينار الكويتي مقابل الدولار الأمريكي وذلك بغرض استخدامها في التنبؤ بأسعار الصرف المستقبلية باستخدام أسلوب الشبكات العصبية ومن ثم مقارنتها مع نماذج بوكس وجنكنز للانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة.

وكشفت دراسة كل من Jehng & Shang (2000) عن استخدامات الأساليب التقليدية للسلاسل الزمنية مقارنة بأساليب الشبكات العصبية للتنبؤ بجودة الجو المحيط، واستخدما بيانات عن ثاني أكسيد الكبريت والأوزون تم جمعها في محطتين مختلفتين ومن محطة صناعية، وتم اختبار أساليب تعلم مختلفة، وأعداد متنوعة للطبقة الخفية في وحدات تفعيل أسلوب الشبكات العصبية، كما تمت مناقشة النتائج التي تم الحصول عليها من كلا الأسلوبين ومقارنتها على أساس الأداء للحصول على تنبؤات لخطوة واحدة و٢٤ خطوة. وعلى الرغم من أن أداء كلا الأسلوبين كان جيداً للتنبؤ على مدى خطوة واحدة فإن النتائج كشفت عن أن تنبؤات الشبكات العصبية تفوقت بقليل عند عدم التدخل، وإجراء أي تعديل على جهاز القياس. أما بالنسبة للتنبؤ على مدى ٢٤ خطوة فكانت نتائج الشبكات العصبية بنفس جودة الأساليب التقليدية أو تفوقها. كما أوضحت الدراسة أنه إذا ما توافر التعلم والتكيف الذاتي والتشغيل الموازي فإن أسلوب الشبكات العصبية يعد أسلوباً واعداً لتطوير وميكنة نظام تنبؤ قصير المدى بجودة الجو المحيط، حيث تؤثر الملوثات تأثيراً عكسياً على الأنظمة البيولوجية والبيئية والجهاز التنفسي للإنسان. لذلك فمراقبة متغيرات جودة الجو

المحيط ضرورية. وبسبب الطبيعة المؤقتة والعشوائية لجودة الهواء المحيط تم تطبيق أسلوب الفترات الزمنية لتطوير نموذج للتنبؤ، ومع ميزة التعلم الذاتي والتكيف والتشغيل الموازي فإن أسلوب الشبكات الذي تم تطبيقه في هذه الحالة يعد من الأساليب الواعدة لتطوير نظام للتنبؤ. وأظهرت الدراسة اتساق أسلوب الشبكات العصبية مع أسلوب الفترات الزمنية لتطوير نظام قصير المدى لجودة الهواء المحيط.

وأوضح Baker (2001) في مقال له عن دور النماذج غير الخطية Non linear في إضافة معلومات جديدة حول الإنتاجية التربوية استخدم فيها الشبكات العصبية عن طريق تطبيق ثلاثة نماذج في ١٨٣ مدرسة ابتدائية، واستخدم أيضاً نماذج غير خطية للانحدار المتعدد. وأسفرت هذه الدراسة عن نتائج تضيف معالم جديدة في الإنتاجية التربوية.

وفي دراسة Gonzalez & Desjandins, (2001) بحث الدارسان كيفية استخدام نموذج التنبؤ في السلوك التطبيقي للشبكات العصبية الاصطناعية (ANN)، وذلك بالنسبة للطلاب الذين ينتسبون إلى الجامعات ذات السمعة الكبيرة. وقد جمعت البيانات من جامعة أيوا وقسمت إلى عينتين، كل منهما شملت ٢٠٠٠٠ سجل. وتم مقارنة النتائج مع الإحصاء التقليدي للانحدار المتعدد، وقد تفوقت فيها نتائج الشبكات العصبية، كما أشار إلى أن ANN لا تطلب معرفة العلاقة بين المتغيرات المستقلة والمتغيرات التابعة لتقدير النموذج، إلا أنها تستفيد من الأمثلة الناتجة في العدد القليل من الافتراضات السابقة عن العلاقات الهيكلية بين المتغيرات، وذلك على النقيض من الأساليب الإحصائية التقليدية التي يعتمد فيها على العلاقات للمتغيرات التابعة المستقلة في التنبؤ.

ومؤخراً قدم العتيبي (٢٠٠٣) دراسة خص فيها بالبحث التنبؤ بالأرقام القياسية في الكويت وقد قام بمقارنة التنبؤ بالشبكات العصبية والسلاسل الزمنية لنماذج بوكس وجنكنز. وأفاد بأن التنبؤ بالشبكات العصبية كانت أكثر دقة.

وأخيراً وليس آخراً تم دراسة التنبؤ بحركة العبور في قناة السويس للفترة ما بين (١٩٩٨-١٩٧٥)، وقد قدمها كل من (Mostafa & El-Refae, 2003)، استخدم فيها السلاسل الزمنية لنماذج بوكس وجنكنز والشبكات العصبية. وقد تم قياس أداء النماذج التقليدية، وأثبتت الدراسة جدوى التنبؤ باستخدام الشبكات العصبية وكفاءتها.

مصدر البيانات

تعتمد هذه الدراسة بصفة أساسية على النتائج المنشورة بالتقرير الصادر من الإدارة العامة للمرور – وزارة الداخلية الكويتية عن الوفيات الناجمة عن حوادث المرور خلال الفترة من يناير ١٩٩٧ حتى ديسمبر ٢٠٠٣، بالإضافة إلى المجموعة الإحصائية السنوية لوزارة الداخلية عام ٢٠٠٣.

منهج الدراسة

يستند الجهد المنهجي في هذه الدراسة إلى الاستعانة بالمنهج الوصفي التحليلي، بوصفه أنسب المناهج لتناول موضوع هذه الدراسة ومعالجته، وذلك لأن موضوع الدراسة موضوع راهن وعصري، وأن البيانات والمعلومات التي تشكل قاعدة أساسية لسبر أغواره متوافرة في صورة أولية، فضلاً عن أن هذا المنهج مرتبط ارتباطاً وثيقاً بطبيعة الموضوع، من حيث جمع البيانات أو تحليلها أو تفسيرها، وصولاً إلى مؤشرات وتوجهات لها قيمتها النظرية ودلالاتها العملية، وتوجيهاتها الإجرائية.

أهداف الدراسة وفروضها

تهدف هذه الدراسة إلى:

١ – رصد ظاهرة الحوادث المرورية والوفيات الناجمة عنها، وأهم المؤشرات التي توضح حجم المأساة.

٢ – المقارنة بين أسلوب الشبكات العصبية Neural Networks وساريما SARIMA للتنبؤ بأعداد الوفيات الشهرية الناتجة عن حوادث المرور.

وذلك من خلال التحقق من الفرضيات الآتية:

١ – أن الوفيات الناتجة عن الحوادث المرورية تتبع التوزيع الطبيعي.

٢ – لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين الفعلي والمقدر من أسلوب الساريما والشبكات.

٣ – توجد أفضلية لنموذج الشبكات على الساريما.

رصد ظاهرة الحوادث المرورية والوفيات الناجمة عنها

يشير الجدول (١) إلى التطور الذي طرأ على أهم المؤشرات المرورية بالكويت خلال الفترة ١٩٩٩–٢٠٠٣ ومنه يتضح تزايد المركبات والحوادث المرورية والإصابات البليغة، وتذبذب الوفيات الناتجة عنها، ويؤكد اختبار كا^{2} تساوى معدلات الوفيات لكل ١٠٠٠٠٠ مركبة وللسكان خلال الخمس السنوات الأخيرة، حيث بلغ ٢,٦، ٠,٥ بمعنوية ٠,٦٢٣، ٠,٩٧٤ على الترتيب.

ويبين الجدول (٢) عدد الوفيات الشهري الناتج عن حوادث المرور خلال الفترة من يناير ١٩٩٧ حتى ديسمبر ٢٠٠٣. ويتضح أن نسبة الزيادة بالوفيات عام ٢٠٠٣ عن ٢٠٠٢ تبلغ ١٨,١٪، و٢٤,٠٪ عن عام ٢٠٠١، ويوضح الشكل الآتي المنحنى التاريخي للوفيات الناتجة عن حوادث المرور حسب الشهور، ومنه يتضح أن الاتجاه العام شبه ثابت ويتغير بمعدل ضئيل. وبلغ معامل الارتباط الذاتي من الدرجة الأولى ٠,١١١ بمعنوية ٠,٣٠٢.

جدول ١
المؤشرات المرورية بالكويت خلال الفترة ١٩٩٩ – ٢٠٠٣

بيان	١٩٩٩	٢٠٠٠	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣
عدد المركبات	٧٥٤٥٠٠	٧٦٧٨٠٧	٨٧٥٦٢٠	٩٤٧٣٨٢	٩٥٤٩٧٨
الحوادث المرورية	٢٦٦٣٥	٢٧٦٩٧	٣١٠٢٨	٣٧٦٥٠	٤٥٣٧٦
الإصابات البليغة	٥٦٥	٣٨٩	٥٢٣	٦٠٨	٤٠٥
وفيات الحوادث المرورية	٣٣٣	٣٣١	٣٠٠	٣١٥	٣٧٢
متوسط الحوادث في اليوم	٧٣	٧٦	٨٥	١٠٣	١٢٤
متوسط الإصابات البليغة في اليوم	١,٥٥	١,٠٧	١,٤٣	١,٦٧	١,١١
متوسط الوفيات في اليوم	٠,٩١	٠,٩١	٠,٨٢	٠,٨٦	١,٠٢
الحوادث لكل ١٠٠٠٠٠ مركبة	٣٥٣٠	٣٦٠٧	٣٥٤٤	٣٩٧٤	٤٧٥٢
الإصابات لكل ١٠٠٠٠٠ مركبة	٧٥	٥١	٦٠	٦٤	٤٢
الوفيات لكل ١٠٠٠٠٠ مركبة	٤٤	٤٣	٣٤	٣٣	٣٩
السكان منتصف العام	٢١٠٧١٩٥	٢٢٤٣٠٨٠	٢٣٦٣٣٢٥	٢٤٨٤٣٣٤	٢٤٨٤٣٣٤
معدل الحوادث لكل ١٠٠٠٠٠ من السكان	١٢٦٤	١٢٣٥	١٣١٣	١٥١٥	١٨٢٦
معدل الوفيات لكل ١٠٠٠٠٠ من السكان	١٦	١٥	١٣	١٣	١٥
معدل الخطورة	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٠٢	٠,٠٢
حدة الحوادث	٠,٣٧	٠,٤٦	٠,٣٦	٠,٣٤	٠,٤٨

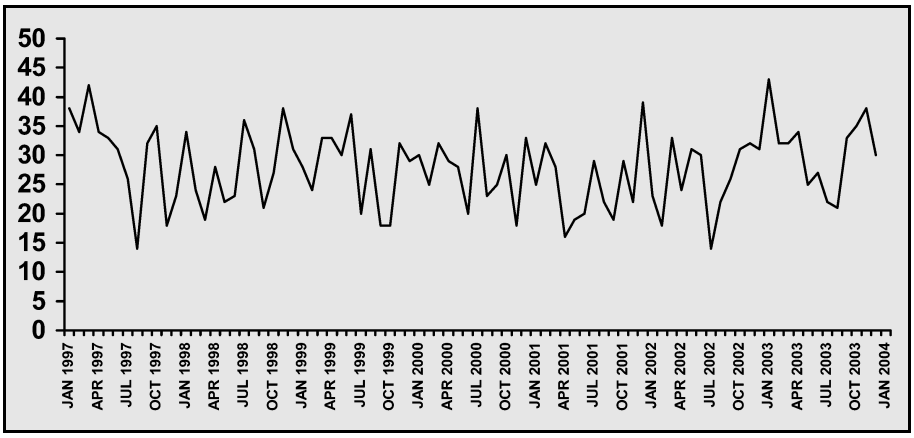
المصدر: الإدارة العامة للتخطيط والتطوير، إدارة الإحصاء – المجموعة الإحصائية السنوية ٢٠٠٣، وزارة الداخلية ص ١٨١.

جدول ٢
عدد الوفيات الشهري لحوادث المرور
خلال الفترة من يناير ١٩٩٧ حتى ديسمبر ٢٠٠٣

الشهر	١٩٩٧	١٩٩٨	١٩٩٩	٢٠٠٠	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣
يناير	٣٨	٣٤	٢٨	٣٠	٢٥	٢٣	٤٣
فبراير	٣٤	٢٤	٢٤	٢٥	٣٢	١٨	٣٢
مارس	٤٢	١٩	٣٣	٣٢	٢٨	٣٣	٣٢
أبريل	٣٤	٢٨	٣٣	٢٩	١٦	٢٤	٣٤
مايو	٣٣	٢٢	٣٠	٢٨	١٩	٣١	٢٥
يونيو	٣١	٢٣	٣٧	٢٠	٢٠	٣٠	٢٧
يوليو	٢٦	٣٦	٢٠	٣٨	٢٩	١٤	٢٢
أغسطس	١٤	٣١	٣١	٢٣	٢٢	٢٢	٢١
سبتمبر	٣٢	٢١	١٨	٢٥	١٩	٢٦	٣٣
أكتوبر	٣٥	٢٧	١٨	٣٠	٢٩	٣١	٣٥
نوفمبر	١٨	٣٨	٣٢	١٨	٢٢	٣٢	٣٨
ديسمبر	٢٣	٣١	٢٩	٣٣	٣٩	٣١	٣٠
الإجمالي	٣٦٠	٣٣٤	٣٣٣	٣٣١	٣٠٠	٣١٥	٣٧٢

المصدر: الإدارة العامة للمرور، إدارة بحوث وتخطيط المرور – الوفيات الناتجة عن حوادث المرور ٢٠٠٤، وزارة الداخلية.

الشكل ١
أعداد الوفيات الشهري لحوادث المرور خلال الفترة من يناير ١٩٩٧ حتى ديسمبر ٢٠٠٣



وقد جرى اختبار لكون متوسط عدد الوفيات الشهري يتبع التوزيع الطبيعي فأكد اختبار كولموجروف – سميرنوف أن البيانات تتبع التوزيع الطبيعي بمتوسط ٢٧,٩ وانحراف معياري ٦,٦ حيث بلغت أداة الاختبار ٠,٩١٦ بمعنوية ٠,٣٧١، وبتقدير متوسط الشهري بفترة ثقة ٩٥٪ وجد أنه يتراوح تقريباً ما بين ٢٦–٢٩ حاله وفاة، وبهذا يتحقق صحة الفرض الأول.

أهم المؤشرات التي توضح حجم المأساة الناتجة عن حوادث المرور بالكويت

من أهم المؤشرات التي توضح حجم المأساة الناتجة عن حوادث المرور، **نسبة الوفيات إلى المصابين.** وعند حساب هذا المؤشر عام ٢٠٠٢ وجد أنه ١: ٨ في المتوسط أي أن هناك متوفي بين كل ١٩ مصاباً في الحوادث، وفي عام ٢٠٠٣ ارتفع المؤشر ١: ٥ وهذا المعدل مرتفع إذا ما قورن بنظيره في بريطانيا حيث يصل إلى ١: ٥٠.

أما المؤشر الثاني فهو **حدة الحوادث،** وهو **نسبة الوفيات إلى كل من الوفيات والإصابات البليغة** ويلاحظ أن هذا المؤشر يتزايد من ٠,٣٤، عام ٢٠٠٢ إلى ٠,٤٨، عام ٢٠٠٣.

أما المؤشر الثالث والأخير فهو **معدل الخطورة** وهو من المؤشرات التي تقيس حجم المأساة الناتجة عن حوادث المرور ويعرف بأنه **نسبة كل من عدد الوفيات والإصابات البليغة إلى إجمالي الحوادث،** وبحساب هذا المؤشر وجد أنه شبه ثابت ويبلغ ٢ ٪ تقريبا عامي ٢٠٠٢ و٢٠٠٣ (الإدارة العامة للتخطيط والتطوير، ٢٠٠٣).

وتشير إحصائيات عام ٢٠٠٣ إلى أن الوفيات من الذكور في حوادث المرور يبلغون ٣٢٢ بنسبة ٨٧٪، والإناث ٥٠

بنسبة ١٣٪، كما أن الوفيات من الكويتيين بلغت ١٦٧ بنسبة ٤٥٪، وبلغت بين غير الكويتيين ٢٠٥ بنسبة ٥٥٪، كما أن وفيات الأطفال أقل من عشر سنوات ٢٤ بنسبة ٧٪، وفي الفئة العمرية ١١-٤٠ بلغ عددهم ٢٣٤ بنسبة ٦٣٪، و٤٠ عاما فأكثر بلغ عددهم ١١٤ بنسبة ٣٠٪، ويتضح أن المتوفين معظمهم من الشباب في مقتبل العمر(المرجع السابق).

أسلوب الشبكات العصبية للتنبؤ بأعداد الوفيات الشهرية الناتجة عن حوادث المرور

تعد الشبكات العصبية واحدة من طرق الذكاء الاصطناعي بوجه عام وواحدة من طرق التعلم الآلي بوجه خاص (الصقير وآخرون، ٢٠٠١). وتعد الشبكات العصبية حقلاً متشعباً من ناحية الدراسة، حيث تقدم طريقة مناسبة في تمثيل العلاقات بين المتغيرات بشكل مختلف عن الطرق التقليدية. ولقد طورت الشبكات العصبية لاستخدام الحاسوب في تخصصات كانت مقصورة فقط على الذكاء الإنساني. وهذه التخصصات تشمل التعلم من الخبرة والتجارب السابقة لاستنتاج خبرات وتجارب جديدة تفقدنا التجارب التي أصبحت غير صالحة. وقد تم قياس الشبكات العصبية الاصطناعية والنظام العصبي الحيوي، حيث تماثل هذه الشبكات مخ الإنسان في عملية تلقي المعرفة واستخدامها، وتمثل بنموذج الخلية العصبية الحيوية، وذلك من خلال انتقال الإشارة ومعالجتها. وبهذا وجد الباحثون أن طرق المعالجة للإشارة في الشبكات العصبية الاصطناعية بدأت تقترب من طرق المعالجة في العصبونات الحيوية، وبذلك تم استخدامها في مجالات عدة منها الطب، وتمييز الكلام، والتنبؤات، والتأمين ... الخ.

وحتى يسهل المقارنة بين أسلوب الشبكات العصبية وساريما تم استخدام البيانات نفسها ثم قامت الشبكة بالتدريب على هذه البيانات. ويذكر أن التدريب في الشبكات العصبية هو عملية تقوم خلالها الشبكة بالتعلم والتعرف إلى البيانات، والعلاقات بين المتغيرات المختلفة.

تم استخدام برنامج لتصميم الشبكة العصبية وتدريبها تبعاً لذلك. ولقد جرى تدريب الشبكة، ووضع معيار لإنهاء التدريب وجرى استخدامه في أبحاث أخرى سابقة، وهو عدم ملاحظة أي تغيير في متوسط الخطأ، وذلك يعني أن الشبكة لن تتعلم أكثر مما تعلمت أو أن مقدار التعلم الإضافي قد يكون ضئيلاً. أما المعايير الإحصائية فهي معامل التحديد R^2، ومتوسط الخطأ ME، وكذلك الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ RMSE.

لقد استخدمت الشبكة العصبية للبيانات المتاحة للتدريب Tranining والاختبار Testing، وكانت مدخلات الشبكة عبارة عن ١٢ متغيراً (قيم الاثنى عشر شهراً السابقة) ومخرج واحد (قيمة الشهر الثالث عشر)، وذلك باستخدام برنامج Neuroshell Predictor 2.1 وفي بداية عملية تدريب الشبكة العصبية كان معامل R^2

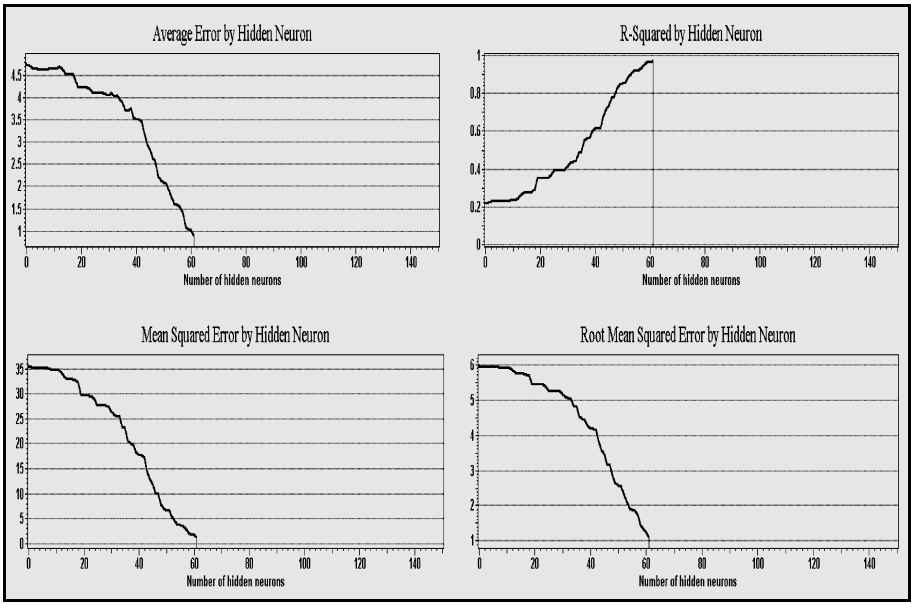
يساوي ٢٢٪، وهو مقدار منخفض نسبيًّا، ولكن مع التدرج في التدريب بلغت هذه القيمة ٩٧,٣٪ عند الانتهاء من عملية التدريب. والمعيار الإحصائي الآخر هو متوسط الخطأ الذي يقيس التباين أو الاختلاف بين المخرجات الفعلية والمخرجات التقديرية. فإذا كان متوسط الخطأ يساوي صفراً فإن ذلك يعني أن الشبكة العصبية تدربت بنسبة ١٠٠٪ بشكل صحيح. عندما بدأ التدريب كان متوسط الخطأ يساوي ٤,٨ تقريباً وبعد انتهاء عملية التدريب بلغت هذه القيمة ٠,٨٩ تقريباً.

وبمقارنة هذه المعايير الإحصائية يستنتج بدون شك أن الشبكة العصبية فعلا تدربت بدرجة جيدة حيث R^2 تساوي ٩٧,٣٪. ويبين المعيار الإحصائي RMSE مع استمرار عملية تدريب الشبكة. ويلاحظ أن المعيار يستمر في الانخفاض إلى أن يصل إلى أدنى حد له ويستقر ليبلغ ١,٠٩، ويعني ذلك أن الشبكة العصبية قامت بالفعل بالتعلم والتدرب على نحو سليم وجيد، وهذا ما يوضحه الشكل (٢).

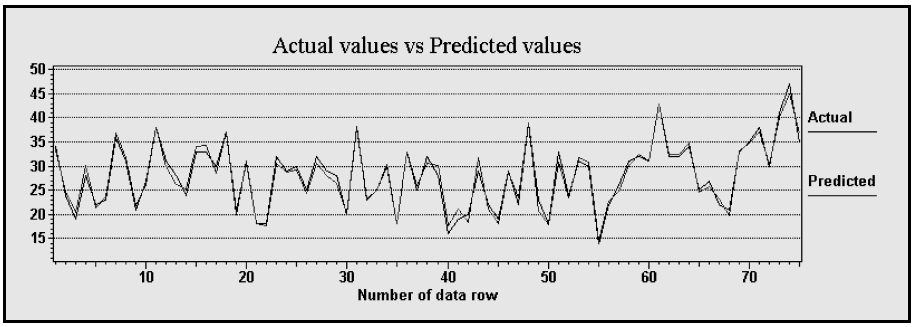
وإذا كانت الشبكة قد تعلمت بقدر كاف فإنه من الممكن جعلها تتنبأ بمخرجات لحالات جديدة، وعلى هذا الأساس ولهدف المقارنة تم استخدام عدد ٣ مفردات (وفيات الأشهر الثلاثة الأولى عام ٢٠٠٤) بوصفها مجموعة اختبار. ويوضح الجدول الآتي القيم المتنبأ بها، ومنه نجد أن هناك دليلاً واضحاً على كفاءة نموذج الشبكة العصبية.

الشكل ٢

المعايير الإحصائية لتدرب الشبكة للوفيات الناتجة عن حوادث المرور



الشكل ٣
القيم الفعلية والمتنبأ بها لتدرب الشبكة للوفيات الناتجة عن حوادث المرور



جدول ٣
القيم الفعلية والمتنبأ بها لتدرب الشبكة للوفيات الناتجة عن حوادث المرور

الشهر	الفعلي	المتوقع	الفرق
يناير ٢٠٠٤	٤١	٤٠	١
فبراير ٢٠٠٤	٤٧	٤٥	٢
مارس ٢٠٠٤	٣٥	٣٧	٢-
الجملة	١٢٣	١٢٢	١

وتجدر الإشارة إلى أنه لم يطرأ تحسن ملحوظ على أداء الشبكة العصبية عند تغيير بعض المواصفات الداخلية لها. إضافة إلى ذلك فإنه عندما تم تغيير هذه المواصفات وجد أن جميع السيناريوهات قد استغرقت وقتاً أكبر في عملية التدريب. ولم نلاحظ أثر تغيير لهذه المواصفات على أداء الشبكة من خلال المعايير الإحصائية التي سبق ذكرها.

أسلوب ساريما SARIMA للتنبؤ بأعداد الوفيات الشهرية الناتجة عن حوادث المرور

في هذا الجزء نقوم باستخدام تحليل السلاسل الزمنية باستخدام نموذج SARIMA ذي المتغير الواحد، ويسمى هذا الأسلوب في التحليل بأسلوب بوكس- جنكنز، ويعتمد هذا الأسلوب على استخراج التغيرات المتوقعة للبيانات المشاهدة، وتتجزأ السلسلة إلى عدة مكونات أو عناصر تسمى ثلاثة مرشحات خطية، هي مرشح السكون Integrated Filter، ومرشح الانحدار الذاتي Autoregressive Filter، ومرشح المتوسطات المتحركة Moving Average Filter . وتنتهي عملية تحليل البيانات باستخدام أسلوب بوكس- جنكنز عندما تبقى عناصر متناهية في الصغر لا نستطيع الحصول منها على أية معلومات إضافية.

والنموذج العام لـ
$\mathrm{ARIMA}\ (\mathrm{P,D,Q}) \times (\mathrm{p,d,q})\mathrm{s}$
للبيانات الأصلية Z_T هي

$$\phi(\beta)\Phi(\beta^s)\mathrm{w_t} = \delta + \theta(\beta)\Theta(\beta^s)\mathrm{a_t}$$

حيث:

$$\phi(\beta) = 1 - \phi_1(\beta) - \ldots - \phi_p\beta^p$$
$$\Phi(\beta) = 1 - \Phi_1(\beta) - \ldots - \Phi_p\beta^p$$
$$\theta(\beta) = 1 - \theta_1\beta - \ldots - \theta_q\beta^q$$
$$\Theta(\beta) = 1 - \Theta_1(\beta) - \ldots - \Theta_p\beta^p$$

δ الثابت

$$w_t = \begin{cases} \nabla_s^d z_t & d>0 \\ z_t & d = 0 \end{cases}$$

a_t متغيرات عشوائية

S الفروق الموسمية المتتالية

P رتبة عملية الانحدار الذاتي

D عدد الفروق المتتالية

Q رتبة عملية المتوسطات المتحركة

p رتبة عملية الانحدار الذاتي الموسمي

d عدد الفروق الموسمي المتتالي

q رتبة عملية المتوسطات المتحركة الموسمي

وقد استخدم بوكس – جنكنز أربع خطوات في بناء النماذج الخطية للسلاسل الزمنية هي (Box - Jenkins,1970, 1976):

١ – التعرف إلى المواصفات الأولية للنموذج.

٢ – تقدير معالم النموذج.

٣ – فحص مدى ملاءمة النموذج.

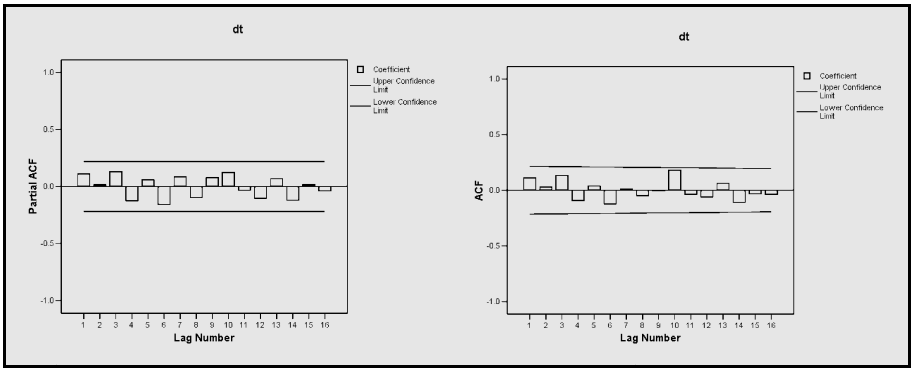
٤ – التنبؤ بالقيم المستقبلية.

وبتطبيق هذه الخطوات الأربع على البيانات موضوع الدراسة، وبالتوقيع البياني للبيانات الأصلية للسلسلة، وبحساب معاملات الارتباط الذاتي والجزئي للعينة أمكن التعرف إلى نموذج SARIMA المناسب ويوضح ذلك الشكل (٤).

وبفحص دالة الارتباط الذاتي نجد أن معاملاتها ليست معنوية، وبالتالي يسقط شرط الارتباط المتسلسل، وبالتالي لابد من أخذ فروق والتعرف إلى النموذج الذي يلائم السلسلة.

وبتوفيق عدة نماذج SARIMA ثم التوصل الى افضل نموذج يمثل السلسلة هو نموذج SARIMA(0,2,1)x(2,2,0) بتحويلة اللوغاريتم الطبيعي (Log Transformation) وباستخدام حزمة Eviwes 4.1 تم تقدير معالم النموذج المقترح والتي يوضحها الشكلان ٥ و٦.

الشكل ٤
دالتا الارتباط الذاتي والجزئي لبيانات السلسلة



الشكل ٥

ملخص نتائج نموذج SARIMA المتحصل عليها

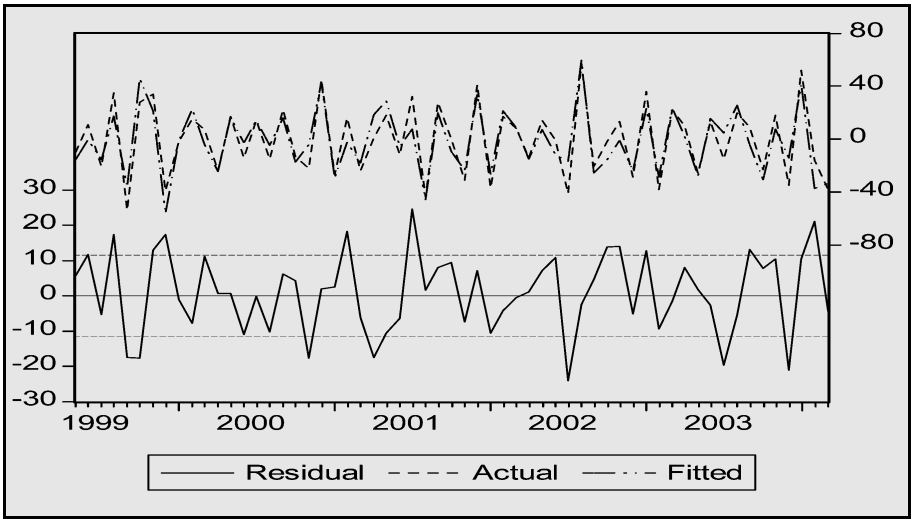
Dependent Variable: D(LOG(DEATHS),2,24)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
SAR(1)	-0.861511	0.118245	-7.285801	0.0000
SAR(2)	-0.513232	0.117887	-4.353590	0.0001
MA(1)	-0.981150	0.021734	-45.14418	0.0000

R-squared	0.818823	Mean dependent var	-0.593220
Adjusted R-squared	0.812352	S.D. dependent var	26.72924
S.E. of regression	11.57867	Akaike info criterion	7.785715
Sum squared resid	7507.673	Schwarz criterion	7.891353
Log likelihood	-226.6786	Durbin-Watson stat	2.089429

الشكل ٦

القيم الفعلية والمتنبأ بها والبواقي لنموذج ساريما للوفيات الناتجة عن حوادث المرور



وبعد تقدير معالم النموذج المقترح يجب التحقيق من مدى إمكانية تحسينه وتطويره باستخدام مجموعة من الاختبارات والفحوص التي يمكن استخدامها لتقويم مدى ملاءمة النموذج وفي حالة تبين عدم ملاءمة النموذج يجب دراسة نموذج آخر لتوفيق البيانات ومجموعات الفحوص الأربع التي استخدمت لتقويم النموذج هي (فاندل، ١٩٩٢):

١ – تحليل السكون.

٢ – تحليل البواقي.

٣ – إضافة معاملات أخرى للنموذج.

٤ – حذف معاملات من النموذج.

وقد أكدت نتائج الفحوص الأربع السابقة سكون السلسلة الناتجة، وأن أخطاء النموذج تغيرات عشوائية وغير مرتبطة، وهذا ما أكدته معاملات الارتباط الذاتي والجزئي للبواقي.

المقارنة بين أسلوب الشبكات العصبية وساريما للوفيات الشهرية الناتجة عن حوادث المرور

فحص النموذج وتشخيصه

في مرحلة فحص النموذج وتشخيصه يتم دراسة مدى ملاءمة النموذج لتحليل سلسلة البيانات الشهرية لأعداد الوفيات الناتجة عن حوادث المرور بالكويت، وهو الذي تم التعرف إليه، وتم تقدير معالم النموذج ولفحص كفاءة ومدى ملاءمة النموذج نستخدم الفحوص الآتية:

أولا: تحليل البواقي

النموذج الذي تم اختياره في مرحلة التعرف وقدرت معالمه يجب علينا التأكد من أن أخطاء النموذج تمثل تغيرات عشوائية بحتة، وقد استخدمت الفحوص الآتية للبواقي:

أ – فحص معاملات دالة الارتباط الذاتي والجزئي

تم دراسة قيم معاملات الارتباط الذاتي الجزئي للبواقي؛ حيث وجد أن معاملات دالة الارتباط الذاتي والجزئي للبواقي تقع داخل فترة الثقة ٩٥٪، كما لوحظ عدم وجود نتوءات، وهذا يدل على ملاءمة النموذج لتحليل بيانات السلسلة.

ب – اختبار الإحصاء المعدل Q

وجد أن قيم الإحصاء Q غير معنوية عند مستوى معنوية ٥٪، ومن ثم نجد أن النموذج ملائم لتحليل بيانات السلسلة.

ج – فحص بواقي النموذج

بفحص دالة الارتباط الذاتي للبواقي وجد أنها تنقطع بعد الوحدة الزمنية الأولى، وأن دالة الارتباط الذاتي الجزئي تتناقص تدريجيًّا. وهذا يؤدي إلى أن الأخطاء تتبع تغيرات عشوائية بحتة. وأن الفروق الأولي للبواقي التي نحصل عليها من النموذج الذي تم اختياره تتبع عملية متوسطات متحركة من الرتبة الأولى بمعلمة $\theta = 1$، ومعامل الارتباط ذاتي من الرتبة الأولى $\rho = -0.5$ ومن ثم يتم إجراء الاختبارين التاليين:

الاختبار الأول $\theta = 1 \quad VS \quad \theta \neq 1$

وعليه فإننا نقبل فرض العدم القائلة بأن قيمة المعلمة θ لا تختلف معنويًّا عن الواحد؛ أي أن الأخطاء للنموذج تتبع تغيرات عشوائية بحتة.

الاختبار الثاني $\rho = -0.5 \quad VS \quad \rho \neq -0.5$

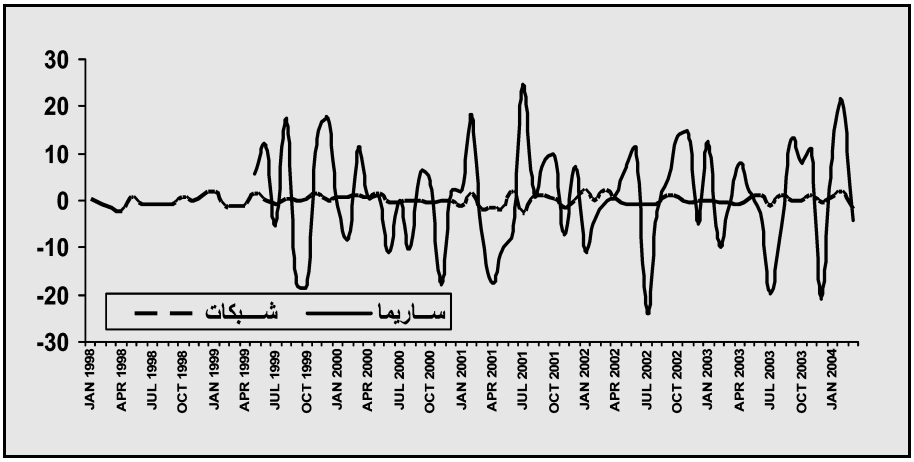
ولإجراء الاختبار الثاني الخاص بمعامل الارتباط الذاتي فإننا نقبل فرضية العدم القائلة بأن ρ لا تختلف معنويًّا عن $-٠,٥$، وهذا يؤكد ملاءمة النموذج.

د – عشوائية بواقي النموذج

ولتعزيز الثقة فإنه يتم رسم البواقي ضد الزمن، ومنه نجد أن تشتت البواقي حول الوسط شبه مستقرة. وكما نلاحظ عند رسم البواقي (الأخطاء) ضد القيمة المقدرة، ليس هناك أي ارتباط بين البواقي والقيم المقدرة، بالإضافة إلى اختبارات الوسيط والتتابع وبوكس – بيرس التي تظهر عشوائية توزيع هذه الأخطاء، وهو ما يدل على تحقق فرضية ثبات تباين الأخطاء.

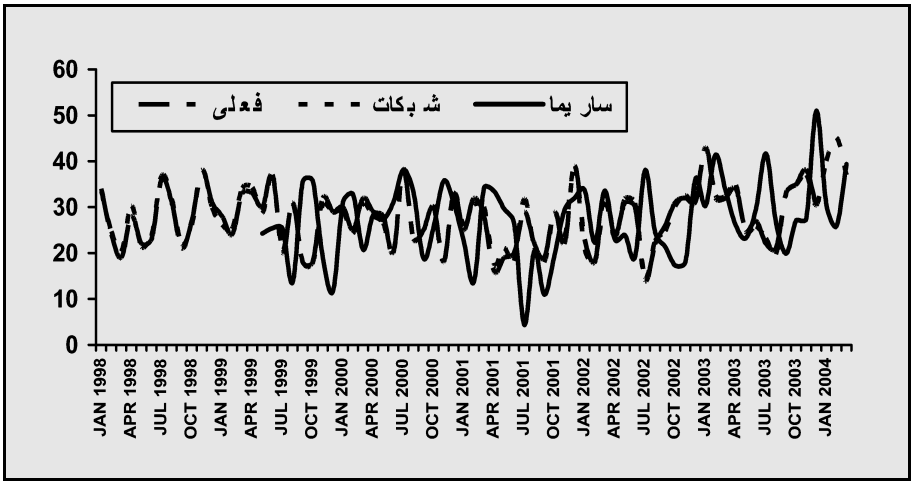
الشكل ٧

الأخطاء الناتجة لنموذج الشبكات وساريما للوفيات الشهرية لحوادث المرور بالكويت

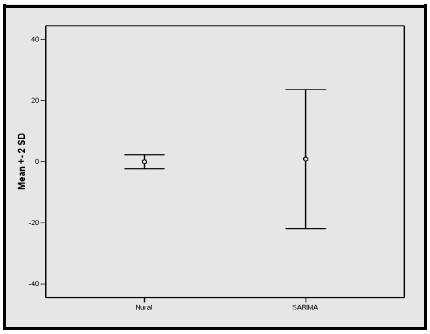


الشكل ٨

القيم الفعلية والمتوقعة للشبكات وساريما للوفيات الشهرية لحوادث المرور بالكويت



شكل (٩) متوسط وحّدا الثقة للبواقي الناتجة لنموذج الشبكات وساريما لوفيات حوادث المرور



هـ – تبعية بواقي النموذج للتوزيع الطبيعي

والأخطاء تتبع التوزيع الطبيعي. ويؤكد ذلك اختبار كولموجروف – سميرنوف Kolmogorov-Smirnov ومعنوية. وبدراسة البواقي وتوزيعها الاحتمالي نجد أنه مقارب للتوزيع الطبيعي، وهو ما يدل على خضوع الأخطاء للتوزيع الطبيعي المعياري؛ حيث شدة التقارب بين هذا التوزيع والتوزيع الاحتمالي الطبيعي المعياري التراكمي.

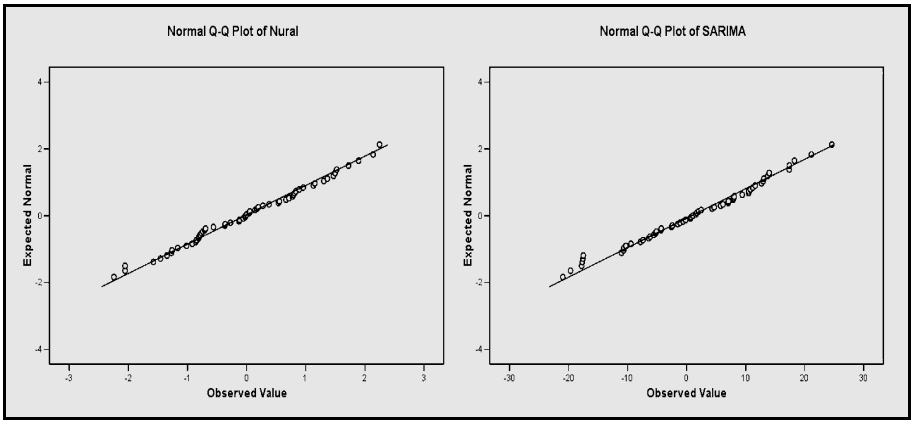
ثانيا: القدرة التنبؤية للنموذج

من أجل معرفة إلى أي مدى يمكن الاعتماد على النموذج في التنبؤ بأعداد الوفيات الناتجة عن الحوادث المرورية بالكويت ينبغي إجراء اختبار القدرة التنبؤية له، ولما كانت هناك اختبارات عديدة تستخدم لاختبار القدرة التنبؤية، ومن بينها اختبار كا^{2} χ^2، واختبار كولموجروف – سميرنوف، ومعامل متباينة ثيل Theil (Vandaele, 1983) (Kendall, 1990) كان من المهم تحديد أفضلية النموذج المستخدم.

أفضلية النموذج

تم استخدام بعض المعايير للحكم على أفضلية النماذج، ولتتابع البواقي وعشوائيتها، لتعبر عن الوفيات الشهرية الناتجة لحوادث المرور بالكويت ويوضحها الجدول الآتي:

الشكل ١٠
تبعية البواقي الناتجة لنموذج الشبكات وساريما للتوزيع الطبيعي



جدول ٤
نموذج ساريما والشبكات والقيم الفعلية لوفيات المرور حسب المعايير المختارة

المعيار	الفعلي	ساريما	الشبكات
المتوسط Mean	٢٨,١	٢٨,١	٢٨,١
الانحراف المعياري S.D	٦,٧	٨,٥	٦,٧
معامل الارتباط R	١	٠,٩٠٥	٠,٩٨٧
معامل التحديد R^2	١	٠,٨١٩	٠,٩٧٤
متوسط الفرق عن الفعلي	صفر	٠,٨٥	صفر
اختبار ت T للفرق عن الفعلي (المعنوية)	صفر (١,٠٠٠)	٠,٦ (٠,٥٧٩)	صفر (١,٠٠٠)
معامل متباينة ثيل Theil		٠,١٩٦	٠,٠١٩
اختبار كا٢ χ^2 (المعنوية)		٤١٧,٩ (٠,٠٠٠)	٣,٤ (١,٠٠٠)
الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ RMSE		١١,٣	١,١
المتوسط المطلق للخطأ MAE		٩,٣	٠,٩
المتوسط النسبي المطلق للخطأ MAPE		٣٦,٥	٣,٤

ومن الجدول السابق يتضح أن نموذج الشبكات يعد الأفضل والأكثر ملائمة للبيانات؛ حيث يبلغ معامل الارتباط بينه وبين الفعلي ٠,٩٨٧، ويبين الجدول الآتي المعايير والمقاييس واختبار تبعية البواقي (الأخطاء) للتوزيع الطبيعي لنموذج ساريما والشبكات (انظر الملحق).

وأكد اختبار ت قبول صحة الفرض الثاني والقائل "لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين الفعلي والمقدر من أسلوب الساريما والشبكات" حيث بلغ ٠,٦ بمعنوية (٠,٥٧٩)، و٠ بمعنوية (١,٠٠٠) على التوالي.

وأثبت المعايير المستخدمة للحكم على أفضلية النماذج، ولتتابع البواقي وعشوائيتها أن نموذج الشبكات يعد الأفضل والأكثر ملاءمة من نموذج الساريما، وبهذا نقبل صحة الفرض الثالث والقائل "توجد أفضلية لنموذج الشبكات على الساريما".

جدول ٥
المقاييس الأساسية للبواقي واختبار التبعية للتوزيع الطبيعي

المعيار	ساريما	الشبكات
المتوسط Mean	٠,٨٥	٠,٠٠
الانحراف المعياري S.D	١١,٣	١,٠
اختبار كولموجروف سميرنوف (المعنوية)	٠,٥٠٦ (٠,٩٦٠)	٠,٤٨١ (٠,٩٧٥)
اختبار الوسيط Median (المعنوية)	– ٠,٣٩٧ (٠,٦٩١)	– ٠,١١٧ (١,٠٠٠)
اختبار التتابع Runs (المعنوية)	– ١,٤١١ (٠,١٥٨)	٠,٢٣١ (٠,٨١٧)
اختبار بوكس – بيرس Box - Pierc (المعنوية)	١٦,٣ (٠,٦٣٨)	١٠,٩ (٠,٩٩٠)
الارتباط الذاتي للفرق الأول $\rho = -0.5$ (المعنوية)	– ٠,٤٠ (٠,٧٧٦)	– ٠,٥٠ (١,٠٠٠)
متوسطات متحركة من الرتبة الأولى بمعلمة $\theta = 1$	٠,٩٨ (٠,٩٣٥)	٠,٩٦ (٠,٩٦٣)

نتائج الدراسة

توصلت الدراسة إلى النتائج الآتية:

- ارتفعت الوفيات الناتجة عن حوادث المرور عام ٢٠٠٣ عن عام ٢٠٠٢ بنسبة ١٨,١٪.
- أن ٦٣٪ من الوفيات الناتجة من حوادث المرور معظمهم في سن الإنتاج ١١–٤٠ عام ومن الذكور.
- إن متوسط الوفيات الشهري لحوادث المرور حوالي ٢٨ حالة شهريًّا ويتراوح ما بين ٢٦–٢٩ بدرجة تقدر ٩٥٪.
- إن متوسط الوفيات الناتجة من حوادث المرور يتبع التوزيع الطبيعي بمتوسط ٢٧,٩ وأنحراف معياري ٦,٦.
- أن الشبكات العصبية الاصطناعية أكثر دقة وكفاءة في التنبؤ من أسلوب ساريما، حيث وصلت الشبكات لمعدل مرتفع من الدقة مع بقاء أفضليتها في التنبؤ.
- إن استخدام نموذج الشبكات العصبية في التنبؤ للبيانات الموسمية الشهرية، ورسم الخطط سواء الطويلة الأجل أو القصيرة الأجل، لما يتميز به هذا النموذج من سرعة ودقة أكثر في البيانات إذا ما قورن بالأساليب الإحصائية التقليدية.
- من خلال التطبيق لكل من النماذج الإحصائية التقليدية والشبكات العصبية الاصطناعية ANN يتبين لنا أن الشبكات العصبية قد تميزت عن الأساليب الإحصائية التقليدية بأن لديها منهجية في الاعتماد على غير الخطية

في البيانات، بحيث لا تقوم أساساً بشرط الخطية من عدمه.

- يجب على كل من يقوم بدراسة يتطلب فيها نظرة مستقبلية في التعرف والتنبؤ أن يقوم باستخدام الشبكات العصبية، وأن يتم تحليلها باستخدام الأساليب الإحصائية الحديثة، وذلك لتحقيق الاستفادة القصوى؛ حيث إن الشبكات لديها السرعة والدقة، ولا تتطلب شروطاً كما في الأساليب الإحصائية الأخرى.

توصيات الدراسة

توجد عدة توصيات رئيسة يمكن تقديمها أو أخذها بعين الاعتبار للتقليل من الحوادث المرورية عامة، والإصابات البليغة والوفيات وحجم الخسائر الناتجة عنها خاصة وهي:

- توخي الحرص في التنشئة الاجتماعية والنفسية السليمة للأبناء مع عدم السماح لصغار السن (دون السن القانونية) بقيادة السيارة، وتنشئة الأبناء على الالتزام بالقانون واحترامه، والمحافظة على السلامة.
- التنسيق مع وسائل الإعلام لتقديم البرامج الإعلامية والنشرات الدورية عن التوعية المرورية، وبث حملات توعية للحد من حوادث المرور والإصابات البليغة والوفيات والخسائر في الأرواح الناتجة عنها، وبخاصة استخدام وسائل السلامة، ومبادىء الإسعافات الأولية، وحسن استعمال الطرق.
- شمول المناهج الدراسية على مفهوم السلامة المرورية Security ومبادئها وممارستها.
- وضع علامات تحذيرية وإرشادية على مسافات كافية في المناطق التي يتكرر فيها الحوادث خاصة على الطرق السريعة والطويلة.
- زيادة الاهتمام بالرعاية الطبية ودورها الفعال واقتراح وضع الإسعاف السيار والمستشفيات المتنقلة على الطريق، حيث إن وجود نظام خدمة طبية مجهزة ومنظم يمكن أن ينقذ حياة عدد كبير من الذين يموتون من حوادث المرور.
- زيادة استخدام التقنيات الحديثة (كاميرات وخلافه) لمراقبة الحد الأقصى للسرعة على الطرق الداخلية والخارجية.
- تطبيق نظام الدرجات خاصة على السائق أو من يحملون رخص قيادة، وذلك بتسجيل الأخطاء والمخالفات وأخذها في الاعتبار خاصة عند التجديد.
- نقترح إعادة تصميم استمارة جمع البيانات عن الحوادث بحيث تسمح بتسجيل المعلومات الضرورية واللازمة، وإنشاء قاعدة بيانات لها حتى يسهل تلخيصها وتحليلها والتأكيد على ضرورة دقة هذه البيانات.
- ضرورة التعاون بين المراكز البحثية المتخصصة والاستفادة من الخبرات الموجودة بها والتعاون فيما بينها وبين الشركات المتخصصة (السيارات –

التأمين – ...) لعمل الدراسات اللازمة والتي تفيد على الحد من الحوادث المرورية والوفيات الناتجة عنها.

- الالتزام بتطبيق قواعد المرور بلا واسطة أو مجاملات، على الكبير والصغير سواء.
- تخصيص موجة إذاعية مرورية خاصة يمكن من خلالها إذاعة التعليمات المرورية لمستخدمي الطرق، وغير ذلك من الأمور التي تستدعي سرعة إخطار المواطنين والمقيمين بها، والتي تيسر له سلوك الطرق الآمنة ومعرفة أية تطورات جديدة.

وتوجد مجموعة من التوصيات يجب على قائد السيارة اتباعها للحد من الحوادث المرورية والوفيات الناتجة عنها أهمها:

- عدم استخدام التليفون المحمول، لأنه يؤدى إلى فقد التركيز في أثناء القيادة.
- عدم وضع أطفال أمام عجلة القيادة أثناء السير.
- عدم تجاوز السرعات المقررة قانوناً، لأنها تعرض السائق والآخرين للخطر.
- عدم القيادة تحت تأثير المواد المخدرة، حيث إنها تؤدى إلى زيادة زمن رد الفعل وليس زيادة الانتباه، وعدم قيادة المركبة وقائدها في حالة إرهاق.
- عدم السير عكس الاتجاه، لأن ذلك يعد اغتصاباً لحق الغير بالطريق ويعرض القائد والآخرين للحوادث.
- عدم الثقة الزائدة في القيادة لأن خطأ الغير قد يفوق مهارة قائد المركبة.
- عدم الانشغال بغير الطريق.
- ترك مسافة الأمان الواجبة بين المركبة والآخرين مع مضاعفتها بالأحوال الجوية السيئة.
- اتباع تعليمات رجال المرور بالطرق والشوارع.
- ملاحقة المستهترين من قائدي المركبات الذين يذهب نتيجة استهتارهم مئات الضحايا ومنعهم من قيادة المركبات.

الخلاصة والاستنتاج

حاول البحث مقارنة أداء نموذج الشبكات العصبية مع نموذج ساريما لكي يتم التنبؤ بوفيات الحوادث المرورية الشهرية بالكويت، وتم تجربة كل نموذج للتنبؤ بثلاثة أشهر جديدة. ومن خلال تطبيق كلا النموذجين وجد أن الشبكات العصبية تتفوق على نموذج ساريما بدرجة ملحوظة. و بمعنى آخر ونظراً لمنهجية الشبكات العصبية في اعتمادها على غير الخطية فإن أداءها أفضل مقارنة بنموذج ساريما. وينتج أيضاً أنه يمكن تطبيق الشبكات العصبية بنجاح في التنبؤ بالسلاسل الزمنية الشهرية (الوفيات الشهرية الناتجة عن الحوادث المرورية).

المراجع

الإدارة العامة للتخطيط والتطوير، ٢٠٠٣، إدارة الإحصاء – **المجموعة الإحصائية السنوية**، وزارة الداخلية – الكويت.

الإدارة العامة للمرور ٢٠٠٤، إدارة بحوث وتخطيط المرور – **الوفيات الناتجة عن حوادث المرور**، وزارة الداخلية – الكويت.

أكاديمية نايف العربية للعلوم الأمنية ١٩٩٤، أبحاث الندوة العلمية الرابعة والعشرين "**سلامة المرور**"، الرياض، ١٤١٢هـ، السعودية.

مسعود عبدالله بدري، وأحمد خليل المطوع وعقيل محمد هادي ١٩٩٦، استخدام تحليل التمايز والشبكات العصبية في التنبؤ بدرجة اعتمادية العميل المصرفي، **المجلة العربية للعلوم الإدارية**، الكويت، مجلد (٣) عدد (٢): ٢٩٥ – ٣١٥.

جعفر محمد حاجي، ومحمد عبدالهادي المحميد، ١٩٩٩، الشبكة العصبية: التنبؤ بأسعار صرف الدينار الكويتي مقابل الدولار الأمريكي"، **المجلة العربية للعلوم الإدارية**، الكويت، مجلد ٦ العدد ١: ١٧ – ٣٥.

عبدالكريم عبدالعزيز الصفار، ١٩٩٨، استخدام الشبكات العصبية للتنبؤ باستهلاك الكهرباء في الكويت، **مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية**، الإمارات العربية المتحدة، العدد ١٤: ١٢٥–١٤٣.

عبدالله الصقير، وسعد القاضي، ٢٠٠٠، استخدام أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية لتحسين مستوى السلامة المرورية "**وقائع الندوة الوطنية لسلامة المرور**"، الرياض، ص (٤٣٩ – ٤٥٧).

عبدالحميد محمد العباسي، ٢٠٠٢، استخدام نسبة الأرجحية (Odds Ratio) لتحليل مؤشرات حوادث المرور بالكويت خلال الفترة ١٩٩٥–٢٠٠٠، **مكتب الإنماء الاجتماعي: الحلقة النقاشية الثانية عشرة**، ٢٤–٢٦ مارس ٢٠٠٢، الكويت.

عبدالحميد محمد العباسي، ٢٠٠٢، دراسة تحليلية لوفيات الحوادث المرورية بالكويت خلال الفترة ١٩٩٥ – ٢٠٠٠، **مكتب الإنماء الاجتماعي: الحلقة النقاشية الثانية عشرة**، ٢٤–٢٦ مارس ٢٠٠٢، الكويت.

فوزي العتيبي، ٢٠٠٣، **استخدام السلاسل الزمنية والشبكات العصبية في التنبؤ بالأرقام القياسية**، رسالة ماجستير في الإحصاء التطبيقي، جامعة قناة السويس، بور سعيد.

والتر فاندل ١٩٩٢، **السلاسل الزمنية من الوجهة التطبيقية ونماذج بوكس جنكنز**، ترجمة وتعريب عبدالمرضى حامد عزام، احمد حسين هارون، السعودية – دار المريخ.

Baker, B.D. 2001. Can Flexible Non-Linear Modeling Tell Us Any Thing New Aboat Educational Production. *Economics of Education Review*, 20 (1):81-90.

Box, G. & Jenkins. G. 1970,1976, *Time Series Analysis: Forecasting & Control*, Holden-Day, San Francisco Co.

Curry, B. & Peel, M.J. 1998. Neural Network & Bussness Foorecasting An Application to Cross- Sectionl auait. International, *Journal of Commerce & Management*, 8(2): 94-120.

Everson, H. 1994. Using Artificitial Neural Networks In Educational Research: some comparisons with statistical Models. Paper Presrented At *The Annual Meeting At The National Council On Measurment In Education*. New Orleans, LA.

Gonzalez, J.M.B. and Desjandins, S.S.L. 2001. Antificial Neural Networks: Anew approach for Predicting Application Bchavior. Paper presented At *The Annual Meeting of The Assoiration For Institutional Research*.

Jehng-Jung Kao, Shang-shuang 2000. Forecsts Using Neural Networks versus Box-Jenkins Mothodology for Ambient Air Quality Monitoring Data, *Journal Air Waste Manag Asso*. (JAWMA) 50: 219- 226.

Kendall, M., & Ord, J. K. 1990. *Time series* (3rd ed.). London: Griffin.

Mostafa, M. M., El-Refae, G.A. 2003. Forecasting The Suez Canal Traffic: A Neural Network Anndysis, *Arab Journal of Administrative Sciences*. Kuwait Univercity. 10 (3): 387- 409.

Nam & Schaefer, T. 1995. Forecashing internation airline Passenger Traffic using neural networks. *Logistics & Transprtation Review*, 31 (3): 239-250.

Patterson, D.W 1996. *Artificial Neural Networks Theory & Application Simon & Schuster (ASIA)*, Pte Ltd.

Tang, Z. and P. A. Fishwick 1993. Feed-Forward Neural Nets as Models fot Time Series Forecasting, ORSA *Journal of Computing,* 5(4), 374-386.

Tang, Z. and P. A. Fishwick 1998. Time Series Forecasting with Neural Network: A Case Study (with C. Chatfield), *Journal of Applied Statistics,* 47, 231-250.

Vandaele, W. 1983. *Applied time series and Box-Jenkins models*. New York: Academic Press.

Wu, S & Lu, R. 1993, *Combining Artificial Neural Networks & Statisics for Stock - Market Forecasting*. New Orleans, LA.

الملحق

MSE (Mean Square Error)

A measure of accuracy computed by squaring the individual error for each item in a dataset, then finding the average or mean value for the sum of those squares. If the result is a small value, you can predict performance more accurately; if the result is a large value, you may want to use a different forecasting model.

MAE (Mean Absolute Error)

The average of the absolute values of the residuals; appropriate for linear and symmetric data. If the result is a small value, you can predict performance more accurately; if the result is a large value, you may want to use a different forecasting model.

MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

The mean or average of the sum of all the percentage errors for a given dataset without regard to sign (that is, their absolute values are summed and the average is computed). Unlike the ME, MSE, and MAE, the size of the MAPE is independent of scale.

ME (Mean Error)

The average of the residuals. The closer the ME is to 0, the less biased, or more accurate, the forecast.

MPE (Mean Percentage Error)

The average of the absolute values of the residuals divided by the corresponding estimates.

RMSE (Root Mean Squared Error)

A measure of forecasting precision computed by squaring the individual one-ahead forecasting error for each item in the data, then finding the square root of the average or mean value of those squares. If the result is a small value, you can predict performance more precisely; if the result is a large value, you can predict it less precisely.

AIC (Akaike Information Criterion), HQC (Hannan-Quinn Information Criterion), or BIC (Bayesian Information Crfiterion)

The value of the information criterion used to select the model. The smaller the value, the better the model.

Root Mean Squared Error, Mean Absolute Error, Mean Absolute Percentage Error and Theil Inequality Coefficient

The first two forecast error statistics depend on the scale of the dependent variable. These should be used as relative measures to compare forecasts for the same series across different models; the smaller the error, the better the forecasting ability of that model according to that criterion. The remaining two statistics are scale invariant. The Theil inequality coefficient always lies between zero and one, where zero indicates a perfect fit.

Chi-Square Statistic

A statistic that allows you to compare observed with expected predection. If none of the expected are too small, the statistic follows a chi-square distribution. Large chi-squares can lead to the conclusion that two distributions are different that they are the same. A small chi-square can lead to the conclusion that two distributions are similar.

ABSTRACT

COMPARISON BETWEEN USING NEURAL NETWORKS TECHNIQUE AND SARIMA TO PREDICT NUMBER OF MORTALITIES RESULTED FROM TRAFFIC ACCIDENTS IN KUWAIT

ABDEL-HAMID M. AL-ABBASI
Cairo University

The aim of the current study is to conduct a comparison between using Neural Networks technique and SARIMA in order to predict number of mortalities resulted from car accidents in Kuwait per month. Although SARIMA system is considered one of the common statistical systems used in predicting the value of phenomena in future according to correlation between it's value now and in the previous years depending on linear relation therefore, the application of this style might be restricted. On the other hand, the application of Neural Networks technique does not require linear relation (depends on both linear & non-linear) therefore it's more convenient in these situations. However, artificial Neural Networks proved to be more precise and effective in predicting more than SARIMA system, Neural Networks achieved high level of precision therefore it's more preferable in prediction than SARIMA.

عبدالحميد محمد إبراهيم العباسي (دكتوراه الفلسفة في الإحصاء الحيوي والسكاني، جامعة القاهرة، ١٩٩٩). أستاذ مشارك، قسم الإحصاء الحيوي والسكاني، معهد الدراسات والبحوث الإحصائية – جامعة القاهرة، يعمل حالياً مستشار الإحصاء بوزارة الداخلية، – دولة الكويت، له اهتمامات بحثية في مجالات الإحصاء التطبيقي، الإحصاء الحيوي والسكاني، الإحصاء الجنائي، نمذجة البيانات والاستشراف (التنبؤ)، التخطيط الأمنى ودعم اتخاذ القرار، النماذج السكانية.